

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | Studies on Nanostructure and Magnetic Property of Fe Films on the Self-Organized SrTiO <sub>3</sub> Substrate with Inclined Angle   |
| Author(s)    | 曹, 圭鳳   |
| Citation     | 大阪大学, 2002, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/44316">https://hdl.handle.net/11094/44316</a>   |
| rights       |   |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。 |

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

|               |   |
|---------------|---|
| 氏名            | 曹 圭 鳳   |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)   |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 7 2 9 5 号   |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成 14 年 9 月 25 日  |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>工学研究科マテリアル科学専攻  |
| 学 位 論 文 名     | Studies on Nanostructure and Magnetic Property of Fe Films on the Self-Organized SrTiO <sub>3</sub> Substrate with Inclined Angle<br>(自己組織化した SrTiO <sub>3</sub> 傾斜基板上に積層した Fe 膜のナノ構造と磁気特性に関する研究) |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 山 本 雅 彦<br><br>(副査)<br>教 授 白 井 泰 治 教 授 掛 下 知 行  |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高密度記録媒体を目指した基礎研究として、SrTiO<sub>3</sub> 傾斜基板上に自己組織化現象によって形成したステップとテラスをテンプレートとして利用し、Fe ナノ磁性体の大きさと間隔を制御し、それらの表面構造と磁気特性を、基板の傾斜角度と Fe の膜厚をパラメーターとして系統的に調べるとともに、両者の関係を明らかにすることを目的として行った研究をまとめたもので、以下の 7 章より構成した。

第 1 章では、本研究の背景と本研究の目的について述べた。

第 2 章では、本研究で利用した実験装置と実験方法の特徴などについて述べた。

第 3 章では、傾斜方向が〈100〉の SrTiO<sub>3</sub> 傾斜基板を、自己組織化した後、表面構造を原子間力顕微鏡 (AFM) により観察した結果、ステップ端の形状は、傾斜角度が 0 度では曲線状で、2、4、6 度では直線状であった。次に、ステップ高さやテラス幅を測定し、それぞれの分布、平均値などを得た結果、傾斜角度が大きくなるにつれて、ステップは 2 重ステップ、3 重ステップを形成して、高さを増加し、テラス幅が減少すること、など基板の表面構造の詳細を明らかにした。

第 4 章では、Fe 膜を、0 度と 4 度の傾斜角度を持つ、自己組織化した SrTiO<sub>3</sub> 傾斜基板上に積層した後、走査型トンネル顕微鏡 (STM) により表面構造を観察した。その結果、Fe のステップ端の形状は、傾斜角度が 0 度では曲線状で、4 度では直線状であった。Fe 膜の上部では Fe クラスターが、下部では連続膜が形成しており、傾斜角度が大きくなると、Fe クラスターの高さは変わらず、大きさは小さくなった。Fe と SrTiO<sub>3</sub> 基板との方位関係は Fe(100)[110]/SrTiO<sub>3</sub>(100)[100]であった。

第 5 章では、0 度から 6 度まで傾斜角度を持つ、自己組織化した SrTiO<sub>3</sub> 傾斜基板上に積層した Fe 膜の表面構造と磁気特性を STM と磁気光学カー効果 (MOKE) で調べた。その結果、Fe クラスターは、傾斜角度が高い場合、1 次元的な Fe ワイヤを形成した。磁気特性は、結晶磁気異方性に加えて 4 度ではステップによる一軸異方性が現れた。このように、傾斜角度による表面構造と磁気特性の関係を明らかにした。

第 6 章では、Fe 膜を、2 度の傾斜角度を持つ、自己組織化した SrTiO<sub>3</sub> 傾斜基板上に 1 nm から 10 nm まで積層し、表面構造と磁気特性の Fe 膜厚依存性を STM と MOKE で調べた結果、Fe クラスターの形態は、厚さの変化と

ともに変化した。さらに、膜厚が大きくなることによって、飽和カー信号が大きくなり、保磁力は減少した。このように、磁気特性の膜厚依存性を明らかにした。

第7章では、本研究で得られた結果をまとめた。

## 論文審査の結果の要旨

近年、情報化社会に要求される記録媒体は、激しい高密度化の波に洗われて毎年その記録密度が倍増し、従来の手法を改良して行くだけでは遠からず限界に達する状況にある。このため、新しい観点からの次世代超高密度記録媒体を開発する必要に迫られており、その1つの方法が、自己組織化現象を利用して創製する微小配列磁性体の媒体への応用である。このような観点から、本研究は、種々の傾斜角度を持つ SrTiO<sub>3</sub>(100)基板を用い、自己組織化現象を利用してテンプレートを作製し、その上に強磁性 Fe を種々の膜厚で積層して、そのナノ構造と磁気特性を調べることによって、次世代の超高密度記録媒体として、その創製、構造、磁気特性に関する基礎的知見を得ようとした研究で、次のような有用な知見を得ている。

- (1) 0度か6度までの傾斜角を持つ傾斜基板を、焼鈍温度を 900°Cから 1200°Cまで変化させて焼鈍し、原子間力顕微鏡で表面ナノ構造を詳細に観察した結果、1000°Cで焼鈍した、2、4、6度の傾斜角を持つ基板が、直線状のステップ端を持ち、傾斜角を維持するためにそれぞれの幅のテラスになっていて、基板の種類、結晶方位、傾斜方位を材料学的観点から選べば、テンプレートに相応しいナノ構造が実現できることを明らかにしている。
- (2) 自己組織化した SrTiO<sub>3</sub>(100)傾斜基板上に積層した Fe 膜における表面ナノ構造の研究では、Fe 膜は、テンプレートとした基板に従って成長し、エピタキシャル関係を維持するとともに、基板の形態を踏襲し、その形態は傾斜角に応じて変化すること、これらの様子は膜厚に依存して変化すること、などを明らかにし、傾斜角を制御することにより 1次元ナノ構造細線の形成を実現させている。このようにして、Fe 膜もまた最適なテンプレート上で最適な条件で形成すれば、形態を制御できることを明らかにしている。
- (3) 傾斜基板によって制御されたナノ構造を持つ Fe 膜の磁気特性の研究では、結晶磁気異方性に加えて、傾斜基板により誘発された形状による磁気異方性が発現し、この異方性は傾斜角に依存していること、保持力も傾斜角の増加とともに増加すること、ステップ方向に対する印加磁場方向が磁性に影響を与えること、これらの磁気特性は Fe 膜厚にも依存することなど、磁気特性もまたテンプレートとしての傾斜基板およびその上に積層した Fe 膜と連動して発現することを明らかにして、磁気特性もまた制御することが出来る可能性があることを示している。

以上のように、本論文は、自己組織化させた SrTiO<sub>3</sub>(100)傾斜基板上に強磁性元素 Fe を積層させ、Fe 膜の形態を制御することを通じて、磁気特性を制御できる可能性があることを明らかにして、基板の種類、結晶方位、傾斜方位、焼鈍温度、傾斜角度について最適な選択を行えば、次世代の記録媒体としての道を開く基礎的知見を得ており、材料工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。